

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“Determinación del grado de eficiencia de la planta de tratamiento de
aguas residuales domesticas en la localidad de
Segunda Jerusalén – Rioja 2014”**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:
Bach. Karem Christy Giuliana Racchumí Linares

ASESOR
Ing. Juan Carlos Rojas Vásquez

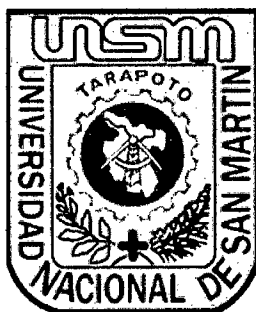
Código 06053214

Moyobamba, Febrero 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“Determinación del grado de eficiencia de la planta de tratamiento de
aguas residuales domesticas en la localidad de
Segunda Jerusalén – Rioja 2014”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. Karem Christy Giuliana Racchumí Linares

ASESOR

Ing. Juan Carlos Rojas Vásquez

Código 06053214

Moyobamba, Febrero 2016



ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín - T sede Moyobamba y siendo las seis de la tarde del día **Miércoles 7 de Octubre del Dos Mil Quince**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ

Ing. M.Sc. JULIO CÉSAR DE LA ROSA RÍOS

Ing. GERARDO CÁCERES BARDALEZ

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

Ing. JUAN CARLOS ROJAS VÁSQUEZ

ASESOR

Para evaluar la sustentación de Tesis Titulado: **"DETERMINACIÓN DEL GRADO DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA LOCALIDAD DE SEGUNDA JERUSALEN - RIOJA 2014"**, presentado por la Bachiller en Ingeniería Ambiental **KAREM CHRISTY GIULIANA RACCHUMI LINARES**, según Resolución Consejo de Facultad, N° **0121-2014-UNSM -T-FE-CF** de fecha de fecha **14 de Octubre del 2014**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta siendo las **20:00 horas** del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. JULIO CÉSAR DE LA ROSA RÍOS
SECRETARIO

Ing. GERARDO CÁCERES BARDALEZ
MIEMBRO

Ing. JUAN CARLOS ROJAS VÁSQUEZ
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres por el apoyo constante, incondicional y desinteresado; A Dios que es mi guía y la luz de mí existir al estar a mi lado iluminándome a cada momento, y a todas las personas que siempre de alguna u otra manera me dan fuerza para seguir adelante y participan en el desarrollo de mis objetivos trazados.

Christy.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A mis padres que siempre confiaron en mí, y que me apoyaron en los momentos difíciles y por ser la razón de mí existir.
- ❖ Al ser supremo que siempre me ha brindado su amistad incondicional y que hasta ahora me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante.
- ❖ A la Universidad Nacional de San Martín-T - Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que me servirá para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera y en la sociedad que espera de mí.

Christy.

INDICE

N° de Pág

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE	iii
RESUMEN	vi
SUMMARY	viii
CAPITULO I: El problema de investigación	9
1.1. Planteamiento del problema	9
1.2. Objetivos	10
1.3. Fundamentación teórica	10
1.3.1. Antecedentes de la investigación.....	10
1.3.2. Bases teóricas.....	17
1.3.3. Definición de términos.....	20
1.4. Variables	22
1.5. Hipótesis	22
CAPITULO II: Marco Metodológico	23
2.1. Tipo de investigación	23
2.2. Diseño de investigación	23
2.3. Población y muestra	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
CAPITULO III: Resultados	28
3.1. Resultados	28
3.2. Discusiones	49
3.3. Conclusiones	51
3.4. Recomendaciones	52
Referencias bibliográficas	53
Anexos	54

RESUMEN

En el país existe una gran cantidad de efluentes provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR) que son vertidos a los cuerpos naturales de agua, afectando la calidad de los mismos.

A partir del 01 de abril del 2009 entró en vigencia la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, que establece que la Autoridad Nacional del Agua es la responsable de la protección del agua como recurso hídrico. En este sentido, controla, supervisa y fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad del agua sobre la base de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua).

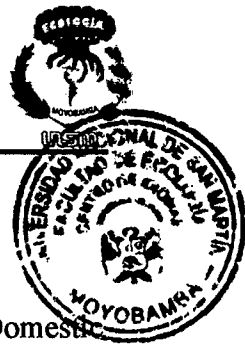
En ese sentido el presente proyecto busco determinar el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Segunda Jerusalén – Rioja 2014.

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR fueron los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes: Aceites y Grasas, Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, pH, Sólidos Totales Suspendedos y Temperatura. Estos parámetros se monitorearon en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

Los parámetros que presentaron mayores niveles de eficiencia en orden decreciente fueron los Coliformes Termotolerantes con 94.63%, Solidos Suspendedos Totales con 86.52%, Demanda Química de Oxigeno con 76.65%, Aceites y Grasas con 75.09, Demanda Biológica de Oxigeno con 75.06%, Ph con 1.05% y con respecto a la temperatura con -2.89%, cuyo valor negativo es a consecuencia hay un descenso entre el afluente y efluente.

Los valores de Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO5 y PH, reportan valores que independientemente del grado de eficiencia obtenido, los valores no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 003-2008- MINAM, situación posiblemente influida por la producción de DBO5 residual debida a la descomposición de los residuos de plantas acuáticas y otra materia orgánica natural presente en las lagunas.

El sistema de tratamiento logro buena eficiencia en la remoción de aceites y grasas, presentado un valor de 75.09% e indica que de acuerdo a los limites exigidos para el control de vertimientos D.S. N° 003-2008-MINAM, cumple con lo estipulado.



ABSTRACT

The country has a lot of effluents from treatment plants or Municipal Domestic Wastewater (WWTP) that are discharged into natural water bodies, affecting their quality.

As of April 1, 2009 came into force No. 29338, Law on Water Resources Act, which states that the National Water Authority is responsible for the protection of water as a water resource. In this sense, controls, supervises and monitors compliance with water quality standards based on the National Environmental Quality Standards for Water (ECA-Water).

In that sense, this project sought to determine the efficiency of the treatment plant domestic wastewater in the city of Jerusalem Second - Rioja 2014.

The parameters subject to monitoring WWTP effluents were as shown in S.D. No. 003-2010-MINAM for which the maximum permissible limits are fixed. These are: Oils and Fats, thermotolerant coliforms, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, pH, total suspended solids and temperature. These parameters were monitored in the raw wastewater (influent) and treated wastewater (effluent), taking in all cases single samples.

The parameters had higher levels of efficiency in descending order were the Thermotolerant Coliform with 94.63%, total suspended solids with 86.52%, chemical oxygen demand with 76.65%, with 75.09 Oils and Fats, biological oxygen demand with 75.06%, pH 1.05% with respect to temperature with -2.89%, the negative value is a result there is a decrease between the influent and effluent.

The values of thermotolerant coliforms, COD, BOD 5 and PH, reported values obtained regardless of the degree of efficiency, the values do not meet the maximum permissible limits established in the DS N ° 003-2008- MINAM situation possibly influenced by production DBO5 residual due to the decomposition of waste water plants and other natural organic matter present in the lagoons.

The treatment system achieving good efficiency in the removal of oils and fats, presented a value of 75.09%, indicating that according to the limits for the control of discharges S.D. No. 003-2008-MINAM complies with the requirements.

CAPITULO I: El problema de investigación.

1.1. Planteamiento del problema

Los recursos hídricos son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental. En este sentido, considerando el impacto negativo de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales sobre los cuerpos de agua receptores, que en muchos casos saturan su capacidad de autodepuración, resulta importante realizar la medición de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a estos vertimientos.

En el país existe una gran cantidad de efluentes provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR) que son vertidos a los cuerpos naturales de agua, afectando la calidad de los mismos.

A partir del 01 de abril del 2009 entró en vigencia la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, que establece que la Autoridad Nacional del Agua es la responsable de la protección del agua como recurso hídrico. En este sentido, controla, supervisa y fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad del agua sobre la base de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua).

Con la aprobación del D.S. N° 003-2010-MINAM entraron en vigencia, a partir del 17 de marzo del 2010, los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR. Este decreto establece la obligatoriedad de los titulares de las PTAR a realizar el monitoreo de sus efluentes, considerándose válido únicamente el monitoreo realizado conforme al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (en adelante Protocolo de Monitoreo). Este debe especificar la ubicación de los puntos de control, los métodos y las técnicas adecuadas, así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

En ese sentido se plantea lo siguiente:

¿Cuál será el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Segunda Jerusalén – Rioja 2014?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Segunda Jerusalén – Rioja 2014

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Describir el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Segunda Jerusalén
- ✓ Determinar la calidad del agua residual cruda (afluente) para verificar la consistencia de los valores de la calidad de los efluentes, determinando la eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- ✓ Monitorear las condiciones de operación y mantenimiento del Sistema construido y plantear mejoras para su funcionamiento.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1. Antecedentes de la investigación

En términos de recursos hídricos totales, el agua superficial disponible es abundante, constituyendo un gran potencial. No obstante, los factores que afectan el clima del país originan una gran variedad y discontinuidad del recurso del agua a través del tiempo. La pérdida de la calidad del agua es crítica en algunas regiones del país y se debe fundamentalmente a la contaminación por efluentes provenientes de las actividades productivas dela industria, sobre todo la industria minero-metalúrgica, y por los desechos domésticos y agroquímicos, que afectan fuentes de abastecimiento de agua y ponen en riesgo la salud de la población

El marco institucional del sector de agua potable y saneamiento ha sufrido muchos cambios sucesivos durante las últimas décadas, con ciclos de centralización y de descentralización, sin lograr una mejora en la calidad de los servicios.

Los años 60: Una estructura municipal

Al principio de los años 60 los municipios tenían la responsabilidad de brindar el servicio de agua y saneamiento en Perú. Sin embargo, para la mayoría de las ciudades esta responsabilidad se transfirió al Ministerio de Vivienda durante los años 60.

En el ámbito rural, las inversiones se realizaban a través del Ministerio de Salud Pública y su dirección de Saneamiento Básico Rural -DISABAR. Los servicios así construidos fueron entregados a juntas administradoras para su administración, operación y mantenimiento.

Los años 70: Una estructura dual

En los años 70 las grandes ciudades (Lima, Arequipa, Trujillo) tenían sus propias empresas de saneamiento (responsables tanto para agua potable como para el saneamiento). En las áreas urbanas del resto del país los servicios fueron proporcionados por la Dirección General de Obras Sanitarias (DGOS) del Ministerio de Vivienda y Construcción (MVC).

Los años 80: La centralización y el SENAPA

En el año 1981, el gobierno del Arq. Fernando Belaunde Terry fusionó las tres empresas de saneamiento de Lima, Arequipa y Trujillo y la DGOS en una sola empresa estatal matriz: el Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado (SENAPA). El SENAPA estaba conformado por 15 empresas filiales y 10 unidades operativas distribuidas a lo largo del país. SEDAPAL en Lima era la más grande de estas empresas filiales estatales. Sin embargo, 200 ciudades (20%) quedaron afuera del SENAPA y administraron sus propios servicios. El Ministerio de Salud continuaba apoyando el servicio en el ámbito rural.

El gobierno de Alan García (1985-1990) inició la "Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud" de 1990 (Decreto Legislativo N° 584) que eliminó la DISABAR, transfiriendo a los gobiernos regionales las funciones de equipamiento, rehabilitación y conservación de equipos, construcción de infraestructura física y saneamiento básico rural.

Con el cambio del gobierno en 1990 estos cambios no se realizaron, como la regionalización del país no se hizo.

Los años 90: Descentralización y comercialización

En la década del 90 el sector de agua y saneamiento en Perú fue nuevamente descentralizado. En mayo 1990 el gobierno saliente de Alan García dispone la transferencia de todas las empresas filiales y unidades operativas del SENAPA a las municipalidades provinciales y distritales.

El SENAPA hubiera sido convertido en una empresa encargada sólo de brindar asistencia técnica a las municipalidades, lo que no ocurrió.

El gobierno de Alberto Fujimori (1990-2000) inició un nuevo reordenamiento legal e institucional del sector con el objetivo de la comercialización y de la privatización de las.

Empresas Prestadoras de Servicios (EPS).

En 1991 se promulgó la ley de la promoción de la inversión privada en el campo de saneamiento. En 1992 se encarga el sector saneamiento al Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP) y se transfiere el SENAPA y SEDAPAL al Ministerio de la Presidencia. En 1994 se promulga la Ley General de Servicios de Saneamiento mediante la cual se designa al Ministerio de la Presidencia como el ente rector del sector saneamiento. También se ratifica el papel de los municipios asignado por la Ley Orgánica de Municipalidades, y se crea la figura jurídica de Entidad Prestadora de Servicios (EPSs) para designar a las empresas municipales encargadas de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado en el área urbana.

Asimismo, en 1994 se promulga la Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). En paralelo se hizo un reordenamiento tarifario con el objetivo de lograr la viabilidad financiera de las EPS. El reordenamiento consistió en una disminución de las categorías de consumo y del consumo mínimo. Según la campaña nacional por el derecho humano al agua, tenía el efecto contrario y la tarifa promedio disminuyó de US\$ 0.82/m³ en 1996 a US\$0.56/m³ en 1999.

De hecho, a pesar de las expectativas del gobierno, ninguna de las Empresas Prestadoras de Servicios se privatizaron durante el gobierno de Fujimori y todas quedaron públicas.

La Ley General de Servicios de Saneamiento establece que el Ministerio de Salud participará en políticas de saneamiento ambiental y calidad de agua, tarea que es desempeñada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Las actividades de capacitación y educación sanitaria, formando juntas administradoras de agua potable y supervisadas por el Ministerio de Salud se transfirieron, según la ley, a las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento(EPS), empresas dedicadas al servicio de agua potable y alcantarillado en el medio urbano. Muy pocas EPS de hecho brindan este tipo de servicio a las juntas en áreas rurales.

DIGESA, además de la responsabilidad de formular políticas y dictar normas de calidad sanitaria y protección ambiental, presta apoyo en la formulación de proyectos y construcción de sistemas de agua potable y sistemas de disposición de excretas en el medio rural, labor que ejerce de manera coordinada con la Direcciones de Salud (DISA) existentes en cada departamento del país.2001-2006: Nuevos modelos de gestión -Una reforma silenciosa

En el año 2002, durante la administración de Alejandro Toledo (2001-2006), se creó el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como ente rector del sector.

En el año 2004, se inicia la ejecución del PRONASAR (Proyecto Nacional de Agua y Saneamiento Rural), ejecutado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con el apoyo del Banco Mundial.

Con este programa la modalidad de intervención en los ámbitos rurales y de pequeñas ciudades cambia con relación al modo en que se venía efectuando, ya que en éste se daba una mayor importancia a la ejecución de infraestructura sin considerar la sostenibilidad de los sistemas construidos.

El PRONASAR en cambio comprende, en el ámbito rural, la mejora o ampliación de sistemas existentes y la construcción de sistemas nuevos, la capacitación y formación de Juntas de Agua y Saneamiento (JASS) para la administración de los sistemas, el fortalecimiento de capacidades municipales así como educación en salud e higiene a los usuarios. En cuanto a las pequeñas ciudades, comprende la implementación de nuevos modelos de gestión de la prestación de los servicios de agua y saneamiento a través de operadores especializados, el fortalecimiento de

capacidades municipales, la educación en salud e higiene a los usuarios y el mejoramiento, rehabilitación o ampliación de los sistemas existentes.

En el ámbito urbano, se ha firmado en octubre del 2005 por primera vez en el Perú un contrato de concesión con una empresa privada en la provincia de Tumbes. La concesión de 30 años se otorgó después de una licitación abierta a un consorcio peruano-argentino, Latinaguas-Concyssa. Las inversiones bajo la concesión serán financiadas con el apoyo de un préstamo y de una donación del Banco KFW de Alemania al Gobierno del Perú.

Una segunda concesión está a punto de acordarse en la región Piura (EPS GRAU) y concesiones están en proceso de preparación para cuatro otras empresas en Huancayo, la región La Libertad, la región Ucayali y la región Lambayeque con financiamiento del BID, de la KFW de Alemania y del Canadá. El programa agua y saneamiento del Banco Mundial ha llamado a este proceso de participación privada en el interior del país, en conjunto con el PRONASAR en áreas rurales, una "reforma silenciosa del sector".

En la actualidad en el sector de agua y saneamiento, el organismo rector del sector es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y es el Viceministerio de Construcción y Saneamiento el encargado de las políticas del sector que a su vez cuenta con la Dirección General de Saneamiento como uno de sus órganos de línea que tiene como órgano ejecutor al

"Programa de Apoyo a la Reforma del Saneamiento" (PARSSA Ex PRONAP), encargado de llevar a cabo el Proyecto de Apoyo al Saneamiento Básico (PASSB). El Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES), ente dependiente de la Presidencia de la República, financia y supervisa las obras en el medio rural. La función de regulación corresponde a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), organismo adscrito al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Las municipalidades provinciales son responsables de la prestación de los servicios de saneamiento, en el ámbito de su jurisdicción, a excepción de los servicios en Lima metropolitana que está a cargo de la empresa Servicio de Agua Potable y

Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). Las municipalidades otorgan el derecho de gestión de estos servicios a las Entidades Prestadoras de Servicios (EPS).

En el ámbito rural, la explotación de los servicios es realizada por acción comunal, mediante la organización de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS).

El funcionamiento de las JASS está regulado por la SUNASS.

Adicionalmente, el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) es responsable de ejercer la vigilancia de la calidad de agua de consumo, y de la normatividad sobre saneamiento ambiental.

El Ministerio de Agricultura otorga los derechos de uso del recurso hídrico y el MEF negocia préstamos y regula la actividad financiera de las empresas del estado.

Existen 54 EPS reconocidas por la SUNASS, que prestan el servicio de agua potable y alcantarillado a nivel nacional en las zonas catalogadas como urbanas, en donde viven 19.6 millones de habitantes, y representa el 73% de la población total del país.

La SUNASS clasifica a las EPS según el tamaño es decir por el número de conexiones, existiendo 4 categorías:

SEDAPAL: Más de 1,000,000 de conexiones (1)

EPS Grandes: Entre 200,000 y 40,000 conexiones (9)

EPS Medianas: Entre 10,000 y 40,000 conexiones (21)

EPS Pequeñas: Entre 10,000 y 1,000 conexiones (23)

Con la aprobación del D.S. N° 003-2010-MINAM entraron en vigencia, a partir del 17 de marzo del 2010, los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR. Este decreto establece la obligatoriedad de los titulares de las PTAR a realizar el monitoreo de sus efluentes, considerándose válido únicamente el monitoreo realizado conforme al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (en adelante Protocolo de Monitoreo). Este debe especificar la ubicación de los puntos de control, los métodos y las técnicas adecuadas, así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

La aplicación de los procedimientos establecidos por el ente correspondiente representa asimismo una herramienta de evaluación, fiscalización y mejora de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existentes.

Ruiz, 2010, En su investigación realizada sobre la eficiencia en la remoción de materia orgánica en las lagunas de estabilización del Municipio de la Ceja, en Antioquia Colombia, encontró que el sistema presenta deficiencias en su operación, reflejadas en problemas organolépticos, hidráulicos y metabólicos, cuyo sistema está constituido por dos lagunas anaerobias y una laguna facultativa, que recibe las aguas residuales domesticas provenientes de un alcantarillado combinado. La deficiencia del sistema estuvo acompañada de una baja remoción de nutrientes disueltos en la laguna facultativa asociada a un pobre desarrollo de la comunidad de microorganismos. El sistema presenta una remoción de carga orgánica del 75%, asociada principalmente a la sedimentación en las lagunas anaerobias.

Correa, 2010, en su investigación sobre la Evaluación y Monitoreo del Sistema de Lagunas de Estabilización del Municipio de Santa Fe de Antioquia, Colombia, encontró lo siguiente:

- La temperatura ambiente, en las horas nocturnas no altera notoriamente la temperatura del agua en las lagunas, siendo estable en su volumen, además de ser mayor a la que presenta el ambiente, tal y como lo demostró el análisis en la laguna anaerobia. De igual forma se puede afirmar, que la estratificación térmica en las lagunas se presentó alrededor de la hora 3:30 p.m, porque para el resto de las horas del día, se observó un descenso suave de temperatura con respecto a la profundidad.
- En cuanto a la temperatura del agua, el sistema cuenta con un gran aporte de energía por las condiciones climáticas de la región, por tanto esta tiende a favorecer la remoción de materia orgánica, porque la mayor parte de los demás variables analizadas están asociados directamente con la temperatura. Uno de los efectos de esta variable se observó en los altos valores de clorofila “a” encontrados en las lagunas facultativas, implicando la existencia de condiciones favorables para la interacción ecológica entre los microorganismos presentes.

1.3.2. Bases teóricas.

La descarga de las aguas residuales municipales se han convertido en una de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.

Las aguas residuales son responsables del 80% de la morbilidad en los países en vía de desarrollo; esta situación se encuentra estrechamente relacionada con las bajas coberturas en el sistema de alcantarillado y el inadecuado tratamiento y disposición final de las aguas residuales. En Perú la infraestructura disponible en materia de tratamiento de aguas residuales domésticas tiene un cubrimiento efectivo del 8% de la población, siendo la mayor parte de las aguas residuales, vertidas sin tratamiento alguno.

Esta situación hace que la disponibilidad del recurso sea limitada en muchas regiones del país principalmente para consumo humano y recreativo. La sobresaturación de carga orgánica desequilibra sobre los ecosistemas acuáticos genera condiciones anóxicas (sin oxígeno) de difícil recuperación que limitan la vida de las comunidades acuáticas y generan procesos de eutrofización de lagos y lagunas por sobre-abundancia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) (Ministerio de Vivienda, 2013).

Tratamiento de aguas residuales

Para el tratamiento de las aguas residuales existen diversos procesos y operaciones unitarias, que con una adecuada selección y combinación, pueden resolver la mayoría de las necesidades de disposición final o reaprovechamiento de los vertimientos. En términos generales existen procesos fisicoquímicos y procesos biológicos. Los procesos fisicoquímicos hacen uso de las diferencias en ciertas propiedades entre el contaminante y el agua (sedimentación y flotación) o mediante la adición de reactivos empleados para variar la forma del contaminante buscando condiciones de separación del líquido. Los procesos biológicos utilizan microorganismos que se alimentan de la materia orgánica contaminante y con ello la eliminan del agua en forma de nuevas células o de gases (Crites y Tchobanoglous, 1998).

Los pasos básicos para el tratamiento convencional de aguas residuales incluyen:

- **Pretratamiento:** Es el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia puede provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos y operaciones.
El desbaste y la dilaceración son procesos utilizados para la eliminación de sólidos gruesos, la flotación para eliminar grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa (Romero, 2000).
- **Tratamiento primario:** Se refiere comúnmente a la remoción parcial de sólidos suspendidos y materia orgánica particulada mediante sedimentación o flotación, constituyendo una estrategia de preparar el agua residual para el tratamiento biológico. Por lo general el tratamiento primario en un sistema convencional, remueve alrededor del 60% de los sólidos suspendidos del agua residual cruda y hasta un 40% de la DBO₅, fundamentalmente particulada (Romero, 2000).
- **Tratamiento secundario:** El tratamiento secundario convencional es biológico, se usa principalmente para remoción de DBO soluble y sólidos suspendidos volátiles, se incluyen en estos los procesos biológicos de lodos activados, filtros percoladores, sistemas de lagunaje y los humedales artificiales, además de otras opciones anaeróbicas o mixtas (Romero, 2000).
- **Tratamiento terciario y avanzado:** Supone generalmente, la necesidad de remover nutrientes para prevenir la eutrofización de fuentes receptoras ambientalmente más sensibles o para mejorar la calidad de un efluente secundario con el fin de adecuar el agua para su reúso (Romero, 2000).

Con la finalidad de controlar excesos en los niveles de concentración de sustancias físicas, químicas y biológicas presentes en efluentes o emisiones, para evitar daños a la salud y al ambiente, el Ministerio del Ambiente publicó en el diario El Peruano el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, por el cual se aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda. La determinación y cumplimiento de estos LMP corresponde al Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, organismos que a través de este Decreto Supremo, han dispuesto de plazos para que las PTAR, definidas como infraestructura y procesos para depurar

las aguas residuales domésticas o municipales, se adecúen de manera progresiva a estos nuevos límites promovidos por el MINAM, los cuales contarán a su vez con un Protocolo de Monitoreo, que será establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el Ministerio del Ambiente. El Decreto Supremo N° 003 en su artículo 3° sobre el Cumplimiento de los LMP de efluentes de PTAR, sostiene que estos niveles (LMP) no se aplicarán a las PTAR que cuenten con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario con disposición final a través de emisario submarino. Asimismo, la norma señala que los titulares de las PTAR que se encuentren en operación durante la dación de este dispositivo legal y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación de este D.S., para presentar ante el Ministerio de Vivienda su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental, PAMA. Este ministerio será el que definirá el respectivo plazo de adecuación. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación de esta norma y que sí cuenten con certificación ambiental tendrán tres años de plazo, contados a partir de la publicación de este decreto, para presentar su PAMA al Ministerio de Vivienda. De otro lado, el D.S. 003-2010-MINAM, señala que los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitorio de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en el cual se establecerá la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos. Ministerio del Ambiente. (2010).

Finalmente, el Ministerio de Vivienda elaborará y remitirá al Ministerio del Ambiente, dentro de los primeros 90 días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo proporcionados por los titulares de las PTAR, el cual será un punto de partida para la fiscalización y sanción ante el incumplimiento de los LMP por parte de las PTAR, lo cual, según la norma en mención, estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda. Los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR son:

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA SER VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	ml/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. 003-2010-MINAM

1.3.3. Definición de términos

Afluente: Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento.

Aguas residuales: Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.

Alícuota: Porciones de muestras individuales recolectadas en un solo sitio de muestreo proporcionalmente al caudal y mezcladas al final del muestreo para formar una muestra compuesta.

Cadena de custodia: Documento de control y seguimiento de las condiciones de recolección de la muestra, preservación, codificación, transporte, esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta la entrega de los resultados. Es la evidencia de la trazabilidad del muestreo.

Caudal: Es la cantidad de agua residual que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

Caudal medio anual: Promedio de los caudales promedio diarios en un período de 365 días.

Caudal Promedio Diario: Es el promedio de los caudales para un período de 24 horas.

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

DQO (Demanda Química de Oxígeno): Es definido como la cantidad de oxidante que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas. La cantidad de oxidante consumido es expresado en términos de su equivalente en oxígeno.

Efluente: Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento.

Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua): Es la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Fiscalización: Facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas sancionables y, si fuera el caso, imponer sanciones por el incumplimiento de obligaciones derivadas de los instrumentos de gestión ambiental, así como de las normas ambientales como son los Límites Máximos Permisibles de efluentes de PTAR.

Frecuencia de monitoreo: Es la periodicidad del monitoreo de calidad del agua residual, el cual está determinado por el caudal de operación de la PTAR.

Instrumento de Gestión Ambiental: Mecanismos diseñados para posibilitar la ejecución de la política ambiental, sobre la base de los principios establecidos en la Ley. Constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que rigen en el país. Incluye, por ejemplo, Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Planes de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Límite Máximo Permisible (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

Monitoreo de la calidad del agua residual: es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

Muestra de agua: parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual cruda y tratada) en la cual se analizan los parámetros de interés.

Muestra simple o puntual: Es la que se toma en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. Representa la composición del agua residual para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra.

Oxígeno disuelto: Concentración de oxígeno en el agua que depende de la temperatura y la presión atmosférica, condicionante para el desarrollo de la vida acuática.

Parámetros de calidad: Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de los parámetros contaminantes contenidos en las aguas residuales domésticas o municipales.

Preservante químico: Es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar las características de la muestra de agua residual hasta el momento del análisis.

Protocolo: Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

Punto de aforo: Dispositivo o estructura donde se realiza la medición de caudal.

Punto de monitoreo o punto de control: Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso del agua residual cruda y tratada) en forma periódica.

1.4. Variables

Variable independiente

Concentración de contaminantes según parámetros seleccionados

Variable dependiente.

Grado de eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas

1.5. Hipótesis

H1: Si evaluamos el nivel de concentración de contaminantes presentes en el afluente y efluente de la PTAR de la localidad de Segunda Jerusalén entonces se conocerá el grado de eficiencia del mismo.

H0: Si no evaluamos el nivel de concentración de contaminantes presentes en el afluente y efluente de la PTAR de la localidad de Segunda Jerusalén entonces no se conocerá el grado de eficiencia del mismo.

CAPITULO II: Marco Metodológico

2.1. Tipo de investigación.

De acuerdo a la orientación.

Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación

Descriptiva.

2.2. Diseño de investigación

Descriptiva Simple.

M  O

Dónde:

M: Muestra

O: Observación

2.3. Población y muestra

Población: Representado por el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Localidad de Segunda Jerusalén.

Muestra: las muestras se encuentran representadas por cada uno de las muestras de agua tanto en el afluente como en el efluente de la PTAR

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Información secundaria**

Se contó con información preliminar de las memorias técnicas, diseños y obras de la PTAR, e información cartográfica donde se identificaran las unidades que componen el tren de tratamiento con sus características.

- **Información primaria**

Se obtuvo información primaria producto de los muestreos y ensayos realizados como parte de los objetivos del presente estudio. Una vez conocida dicha información se inició la evaluación.

Puntos de muestreo

El muestreo de campo se realizó de manera puntual. A continuación se mencionan los puntos de muestreo escogidos.

- Afluente al sistema
- Efluente del sistema

Parámetros analizados

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- Aceites y Grasas
- Coliformes Termotolerantes
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Demanda Química de Oxígeno
- pH
- Sólidos Totales Suspendidos
- Temperatura

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

Frecuencia de muestreo

La frecuencia de monitoreo se estableció para medir los cambios sustanciales que ocurren en determinados periodos de tiempo, a fin de realizar el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos ligados al agua residual cruda y tratada de la PTAR.

La toma de muestras se realizó cada quince días a partir del mes de agosto de 2014 hasta Marzo de 2015, haciendo un total de 32 muestras

Desarrollo del Monitoreo

El Monitoreo se desarrolló de acuerdo a lo establecido en el protocolo de Monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales, aprobado por R.M N° 273-2013-VIVIENDA.

El trabajo de campo se inició con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se debió contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

Preparación de materiales y equipos

Tuvo como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo el monitoreo de forma efectiva, por lo que fue importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de custodia). Asimismo, se contó con los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados, que se señalan a continuación.

a) Materiales

- ☐ Fichas de registro de campo
- ☐ Cadena de custodia
- ☐ Papel secante
- ☐ Cinta adhesiva
- ☐ Plumón indeleble
- ☐ Frascos debidamente etiquetados
- ☐ Cajas térmicas (pequeña y grande)
- ☐ Hielo
- ☐ Piseta
- ☐ Agua destilada
- ☐ Solución amortiguadora de pH
- ☐ Preservante químico para aceites y grasas (H₂SO₄).
- ☐ Pipeta
- ☐ Cronómetro
- ☐ Cinta métrica
- ☐ Probeta graduada de 1 L

b) Equipos

- ☐ GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- ☐ pH-metro con función de registro de temperatura
- ☐ Cámara fotográfica

c) Indumentaria de protección

- ☐ Botines de seguridad

- ☐ Gafas de seguridad
- ☐ Guantes de látex descartables
- ☐ Casco
- ☐ Mascarilla descartable

Verificación de la eficiencia de la PTAR

La verificación de la eficiencia de la PTAR se realizó por comparación de la calidad del agua residual cruda y tratada y permitió determinar la consistencia de los valores del efluente de la PTAR, tomando en consideración los procesos de tratamiento existentes.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Análisis de datos

Las aguas residuales normalmente presentan variaciones de caudal y concentración de sus diferentes componentes, es frecuente que cuando se realizan muestreos estos presentan alteraciones por múltiples razones y pueden obtenerse resultados inconsistentes, es por esto que existen parámetros estadísticos y probabilísticos que permiten depurar los datos y obtener un nivel de confianza que asegure la representatividad de los valores.

Las mediciones utilizadas fueron el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, basado en la suposición que los datos se distribuyen normalmente.

El promedio es la suma de todos los valores dividida por el número de valores acumulado, se define a través de la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Donde \bar{X} es el promedio aritmético, X es el valor individual de cada dato y n es el número de datos.

La desviación estándar, σ , se define a través de la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde S es la desviación estándar, X es un dato cualquiera de la variable y \bar{X} es el promedio aritmético.

El coeficiente de variación se define a través de la siguiente ecuación

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Donde CV es el coeficiente de variación, S es la desviación estándar y \bar{X} es el promedio aritmético.

Eficiencia de remoción

Con el fin de establecer el comportamiento de los determinantes de calidad del agua analizados en la salida del proceso de tratamiento, con respecto a las concentraciones de ellos en la entrada del mismo, se estimó la eficiencia de remoción del sistema.

La eficiencia de remoción se determinó mediante la siguiente ecuación

$$R = 1 - \frac{Efl.}{Afl.}$$

Donde R es la eficiencia de remoción, Efl y Afl son las concentraciones del afluente y efluente del parámetro a analizar.

CAPITULO III: Resultados

3.1. Resultados

3.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Segunda Jerusalén, se ubica geográficamente según lo siguiente:

Región	:	San Martín
Provincia	:	Rioja
Distrito	:	Elías Soplin Sargas
Localidad	:	Segunda Jerusalén
Latitud Sur	:	05° 15' 00"
Latitud Oeste	:	77° 24' 22"
Altitud	:	831 m.s.n.m.

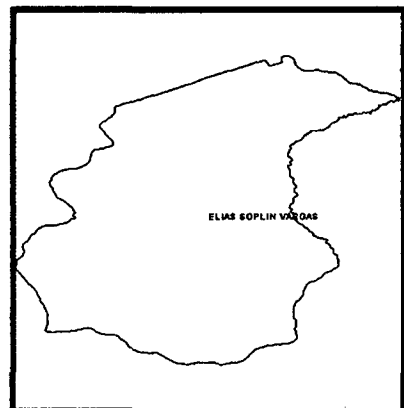
MAPA DEL PERU



MAPA DEL DPTO. SAN MARTIN



UBICACIÓN DEL DISTRITO DE ELIAS SOPLIN VARGAS



Accesibilidad a la Zona del Proyecto

La accesibilidad a la zona de estudio se realiza a través de la carretera asfaltada Fernando Belaunde Terry, no tiene problemas de transporte, localizándose a 2 Horas con 50 min de la ciudad de Tarapoto, 35 Minutos de la ciudad de Moyobamba, capital de la Región y a 15 minutos de la Ciudad de Rioja capital de la Provincia. Los medios de transporte son automóviles, camionetas, motocicletas, combis etc.

En el presente cuadro se muestra las rutas, características de la misma. Tiempos y distancias para acceder al área de estudio.

Tabla N° 01. VÍA DE ACCESO TERRESTRE AL AREA DE ESTUDIO.

RUTA	VIA	TIEMPOS	DISTANCIA (Km)
Tarapoto – Segunda Jerusalén	Asfaltada	2.50 Horas	166
Moyobamba – Segunda Jerusalén	Asfaltada	35 Min	26
Rioja – Segunda Jerusalén	Asfaltada	15 Min	11.5

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto-2009.

3.1.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SEGUNDA JERUSALEN.

El proyecto consta de lo siguiente:

Red de Recolección (L=13 430,02 mts)

Suministro e instalación Red Colectora de 11 127.11 mts. de tuberías PVC $\Phi=200$ mm.

Suministro e instalación Red Colectora de 1 556.38 mts. de tuberías PVC $\Phi=250$ mm.

Suministro e instalación Emisor de 746.54 mts. de tuberías PVC $\Phi=300$ mm. Correspondiente al emisor.

Buzones de Inspección

Construcción de 200 buzones de diámetro 1.20m con profundidades que varían de 1.20 m a 7.50mts

Conexiones Domiciliarias

Instalación de 928 conexiones domiciliarias simples, constituidas por tuberías PVC SAP de diámetros 110 mm.

Cámara de Rejas

Longitud	:	2.10m
Ancho	:	1.65m
Altura	:	2.00m
Espesor de paredes	:	0.15m
Espesor de losa de fondo:		0.20m

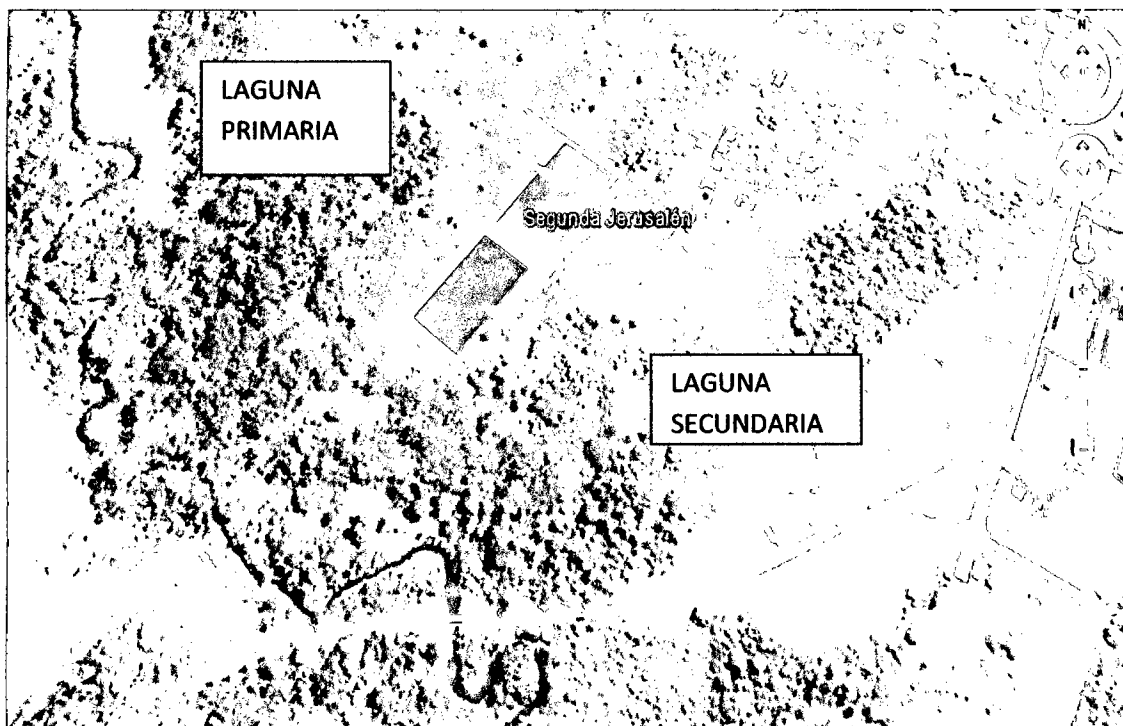
Laguna de Oxidación (Primaria Tipo Facultativa)

Numero de lagunas facultativas	n	1.00	
Largo de diseño de espejo de agua	Le	163.40	mts
Ancho de diseño de espejo de agua	We	81.70	mts
Largo de fondo diseñado de laguna		154.40	mts
Ancho de fondo diseñado de laguna		72.70	mts
Volumen de líquido en la laguna	V1	20,961.94	m ³
Volumen total diseñado de las lagunas	Vt	41,923.89	m ³

Lagunas de Oxidación (Secundaria Tipo Facultativa)

Numero de Lagunas Facultativas	N	1.00	
Largo de Diseño de Espejo de Agua	Le	147.00	Mts
Ancho de Diseño de Espejo de Agua	We	73.50	Mts
Largo de Fondo Diseñado de Laguna		138.00	Mts
Ancho de Fondo Diseñado de Laguna		64.50	Mts
Volumen de Liquido en la Laguna	V1	16,812.68	M ³
Volumen Total Diseñado de las Lagunas	Vt	33,625.35	M ³

Imagen 01: Ubicación de componentes



3.1.3.- CARACTERIZACION FISICO QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SEGUNDA JERUSALEN

A.- Caracterización mensual del Afluyente y Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

A continuación se presenta los datos del monitoreo realizado tanto en el afluyente como en el efluente. La toma de muestras y los ensayos correspondientes se realizaron dos veces por mes, entre los meses de Agosto 2014 hasta Marzo de 2015.

Tabla 02: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Agosto 2014

MES DE AGOSTO 2014							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.O	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/100 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
02/08/2014	19	9.60E+05	456	1085	8.2	625	20.5
16/08/2014	14	7.60E+05	451	1080	4.5	620	19.3
PROMEDIO	16.5	860000	453.5	1082.5	6.35	622.5	19.9
EFLUENTE							
02/08/2014	2	9.30E+04	106	257	7.8	92	19
16/08/2014	7	6.20E+01	101	252	3.6	87	18.7
PROMEDIO	4.5	46531	103.5	254.5	5.7	89.5	18.85

Tabla 03: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Setiembre 2014

MES DE SETIEMBRE 2014							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
06/09/2014	25	10.40E+05	450	1080	7.9	620	21.5
20/09/2014	20	7.70E+05	445	1075	5.3	615	20.3
PROMEDIO	22.5	770000	447.5	1077.5	6.6	617.5	20.9
EFLUENTE							
06/09/2014	2	9.20E+04	105	253	7.7	90	21.3
20/09/2014	6	7.30E+02	100	248	4.5	85	19.9
PROMEDIO	4	46365	102.5	250.5	6.1	87.5	20.6

Tabla 04: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Octubre 2014

MES DE OCTUBRE 2014							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
11/10/2014	20	10.60E+05	444	1075	7.8	615	18.6
25/10/2014	15	7.40E+05	439	1069	6.4	609	18.9
PROMEDIO	17.5	740000	441.5	1072	7.1	612	18.75
EFLUENTE							
11/10/2014	2	8.60E+03	101	249	7.6	86	19.4
25/10/2014	5	6.40E+04	97	243	4.2	79	19.3
PROMEDIO	3.5	36300	99	246	5.9	82.5	19.35

Tabla 05: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Noviembre 2014

MES DE NOVIEMBRE 2014							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q.	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
15/11/2014	16	10.50E+03	438	1073	7.7	611	19.4
29/11/2014	12	7.30E+05	433	1064	6.2	502	20.1
PROMEDIO	14	730005	435.5	1068.5	6.95	556.5	19.75
EFLUENTE							
15/11/2014	2	8.60E+03	93	242	7.4	80	20.3
29/11/2014	4	6.20E+04	86	236	4.2	75	18.3
PROMEDIO	3	35300	89.5	239	5.8	77.5	19.3

Tabla 06: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Diciembre 2014

MES DE DICIEMBRE 2014							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q.	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
06/12/2014	13	10.50E+05	430	1063	7.1	605	19.3
20/12/2014	10	7.04E+05	425	1057	5.8	598	20.3
PROMEDIO	11.5	704000	427.5	1060	6.45	601.5	19.8
EFLUENTE							
06/12/2014	2	6.30E+04	87	233	6.3	73	21.3
20/12/2014	3	5.20E+02	80	228	5.1	67	20.3
PROMEDIO	2.5	31760	83.5	230.5	5.7	70	20.8

Tabla 07: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Enero 2015

MES DE ENERO 2015							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
10/01/2015	10	10.40E+02	423	1058	6.9	559	18.3
24/01/2015	6	6.60E+05	418	1050	5.2	552	19.7
PROMEDIO	8	660000	420.5	1054	6.05	555.5	19
EFLUENTE							
10/01/2015	2	5.30E+04	82	226	5.7	67	19.3
24/01/2015	2	4.20E+02	75	219	4.8	61	20.3
PROMEDIO	2	26710	78.5	222.5	5.25	64	19.8

Tabla 08: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Febrero 2015

MES DE FEBRERO 2015							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
07/02/2015	8	9.50E+05	416	1051	4.8	546	18.3
21/02/2015	5	8.60E+02	411	1046	3.9	540	19.3
PROMEDIO	6.5	475430	413.5	1048.5	4.35	543	18.8
EFLUENTE							
07/02/2015	2	5.10E+03	73	220	4.6	60	20.3
21/02/2015	1	2.10E+02	68	215	3.2	54	21.3
PROMEDIO	1.5	2655	70.5	217.5	3.9	57	20.8

Tabla 09: Caracterización del Afluente y Efluente en el mes de Marzo 2015

MES DE MARZO 2015							
FECHA	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.Q	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/1000 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE							
14/03/2015	4	8.00E+00	410	1044	4.5	538	18.7
28/03/2015	3	7.60E+05	305	1037	3.2	535	20.3
PROMEDIO	3.5	380004	357.5	1040.5	3.85	536.5	19.5
EFLUENTE							
14/03/2015	1	4.50E+03	66	212	2.9	52	20.3
28/03/2015	1	1.30E+02	59	206	1.7	44	21.9
PROMEDIO	1	2315	62.5	209	2.3	48	21.1

B.- Caracterización mensual promedio del Afluente y Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

En la tabla N° 10 y 11, se muestra los valores promedio mensuales de las concentraciones según parámetro de medición del afluente y Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Segunda Jerusalén

Tabla N° 10: Valores promedio mensuales de concentraciones según parámetro de medición en el Afluente

AFLUENTE							
MESES	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.O	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/100 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AGOSTO	16.5	860000	453.4	1082.5	6.35	622.5	19.9
SETIEMBRE	22.5	850000	447.5	1077.5	6.6	617.5	21.5
OCTUBRE	17.5	810000	448.1	1078.4	7.1	612	18.6
NOVIEMBRE	17.4	830005	435.5	1068.5	6.95	610.8	19.75
DICIEMBRE	16.8	804000	452.5	1070.6	6.45	608.9	19.8
ENERO	15.6	780000	399.5	1079.6	6.05	555.5	19
FEBRERO	16.7	815430	413.5	1048.5	4.35	609.9	18.8
MARZO	18.3	820004	410.5	1040.5	3.85	536.5	19.5
PROMEDIO	17.6625	821179.88	432.56	1068.26	5.96	596.70	19.61
DESV. ESTANDAR	2.11	25539.46	21.54	15.52	1.20	32.02	0.91
COEF. VARIAC	0.12	0.03	0.05	0.01	0.20	0.05	0.05

En la tabla N° 10 se puede observar que en promedio durante los ocho meses de evaluación en el afluente, la concentración de aceites y grasas es de 17.6625 mg/l, Coliformes Termotolerantes 821179.88 NMP/100 ml, Demanda Biológica de oxígeno 432.56 mg/l, Demanda Química de Oxígeno 1068.26 mg/l, pH 5.96, Solidos Totales Suspendedos 596.70 mg/l y de Temperatura 19.61°C

Figura N° 1: Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el afluente

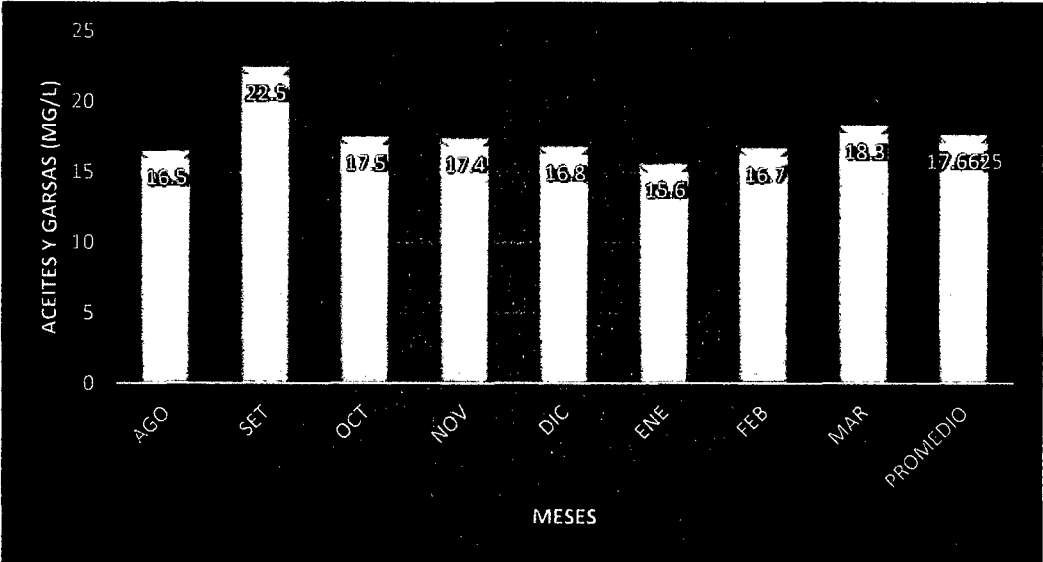


Figura N° 2: Variación mensual de la concentración de Coliformes Termotolerantes en el afluente

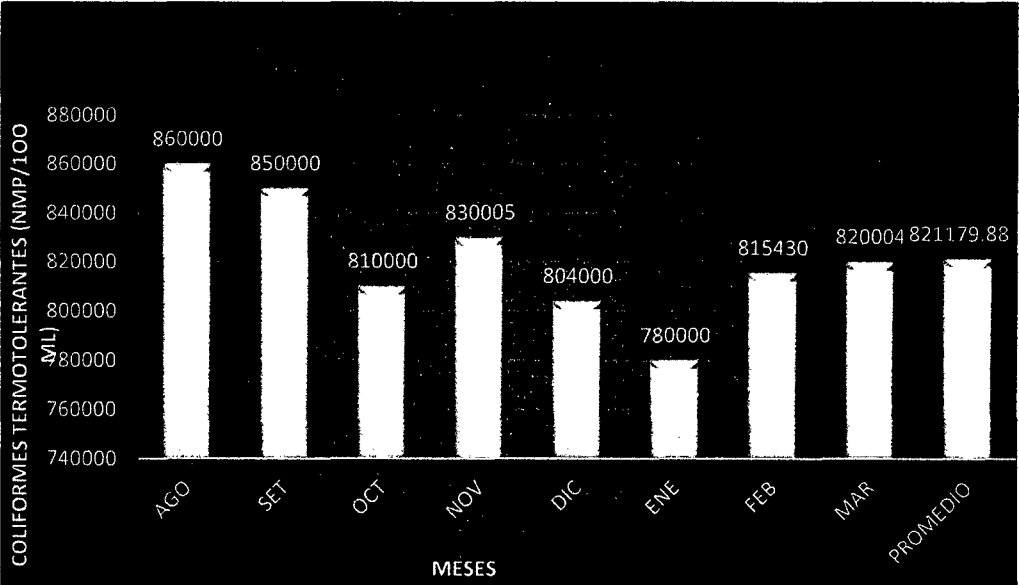


Figura N° 3: Variación mensual de la concentración de la Demanda Biológica de Oxígeno en el afluente

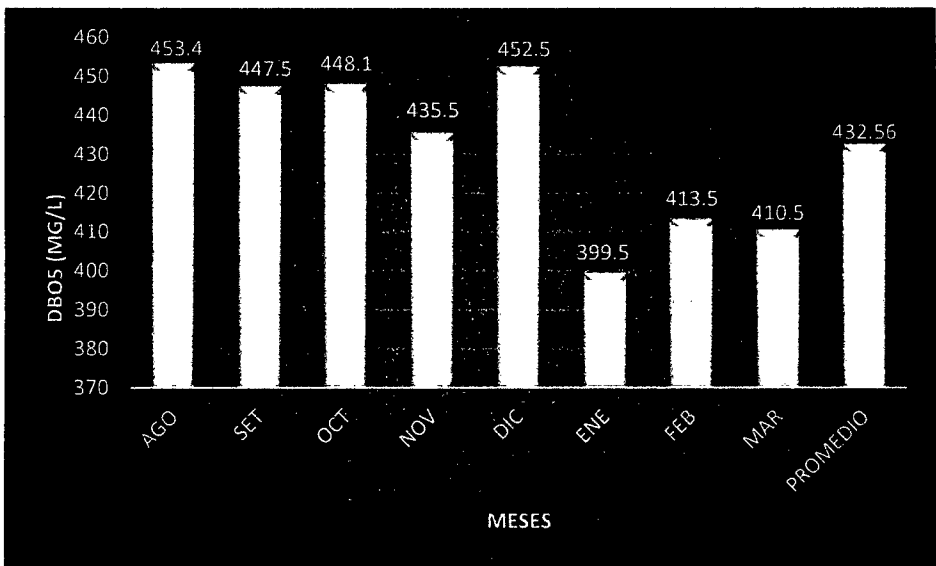


Figura N° 4: Variación mensual de la concentración de la Demanda Química de Oxígeno en el afluente

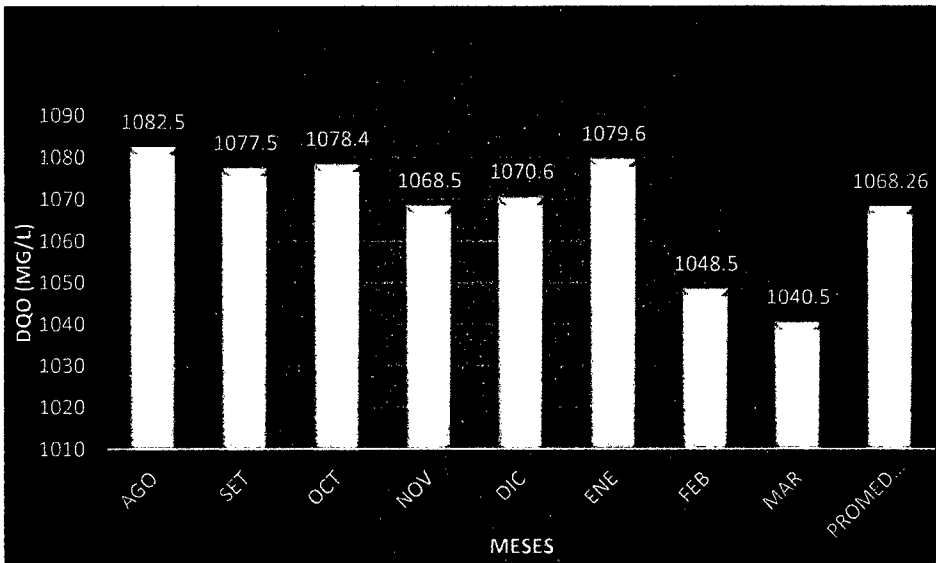


Figura N° 5: Variación mensual de la concentración de pH en el afluente

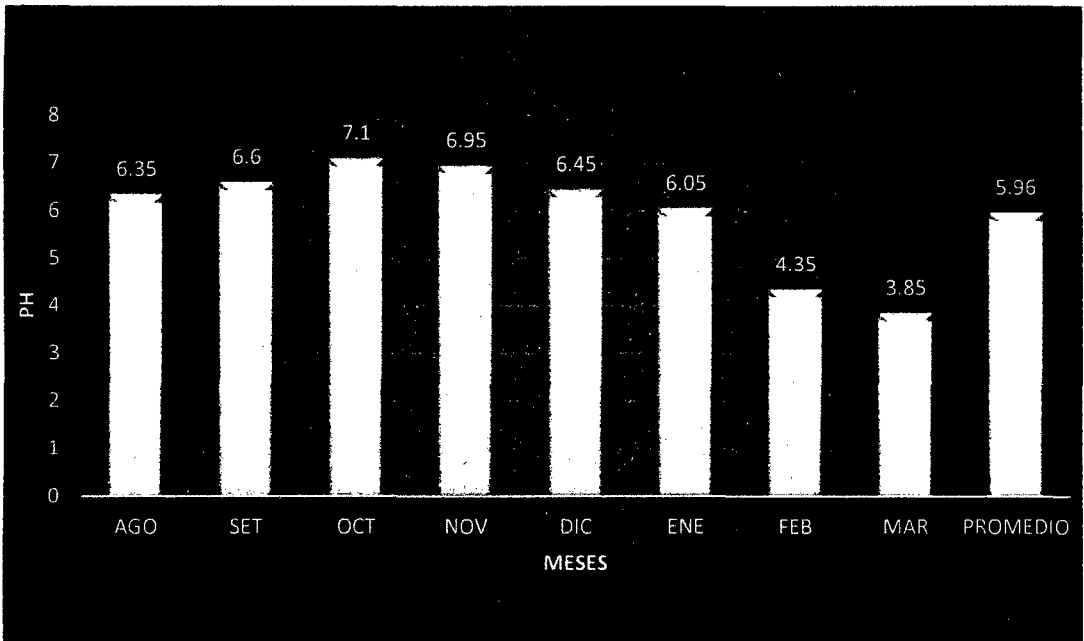


Figura N° 6: Variación mensual de la concentración de los Solidos Totales en Suspensión en el afluente

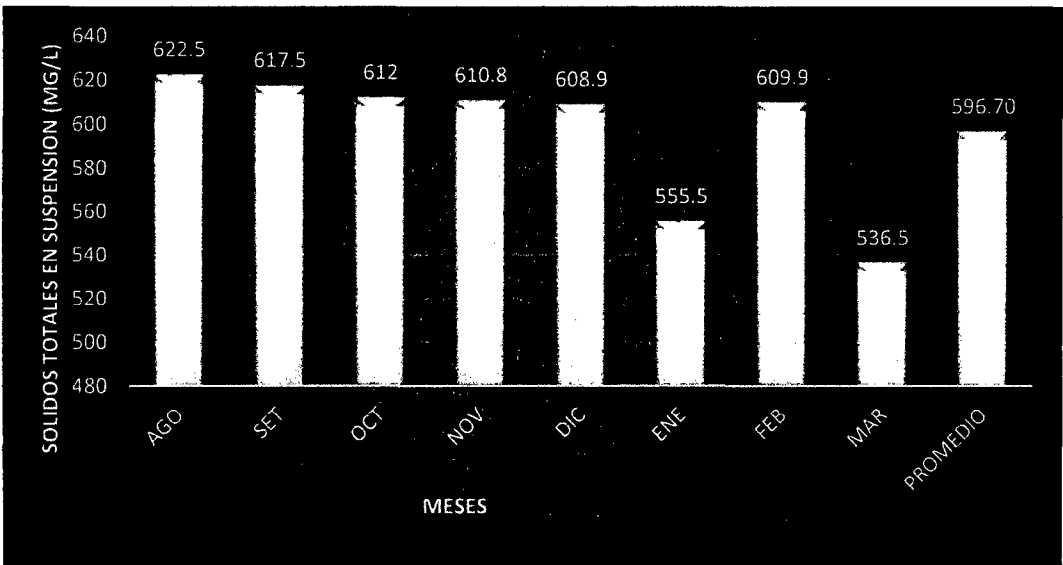


Figura N° 7: Variación mensual de la concentración de la Temperatura en el afluente

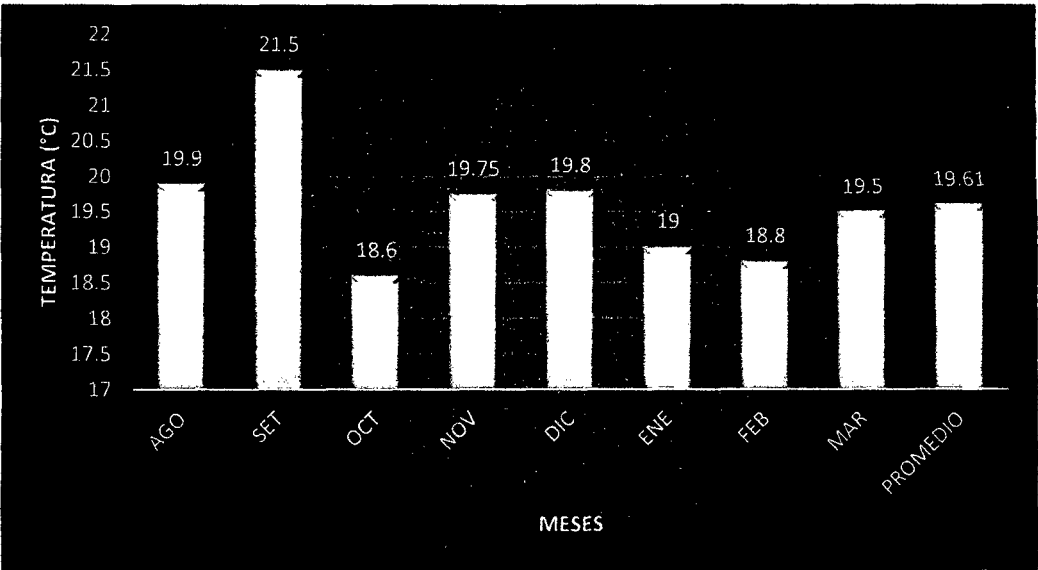


Tabla N° 11: Valores promedio mensuales de concentraciones según parámetro de medición en el Efluente.

EFLUENTE							
MESES	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.O	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/100 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AGOSTO	4.5	46531	103.5	254.5	5.7	89.5	18.85
SETIEMBRE	4.3	45365	107.5	254.5	6.1	87.5	20.6
OCTUBRE	4.2	42300	112.6	257.35	5.9	82.5	19.35
NOVIEMBRE	5.5	44300	103.65	260.55	6.55	84.5	19.3
DICIEMBRE	4.9	43760	114.85	241.5	6.1	75	20.8
ENERO	3.5	45710	105.75	248.5	5.8	78	19.8
FEBRERO	4.5	32655	108.35	247.9	4.95	68.5	20.8
MARZO	3.8	52315	106.95	230.5	6.1	78	21.1
PROMEDIO	4.4	44117	107.89	249.41	5.90	80.44	20.08
DESV. ESTANDAR	0.62	5502.85	4.03	9.73	0.46	6.94	0.85
COEF. VARIAC	0.14	0.12	0.04	0.04	0.08	0.09	0.04

En la tabla N° 11 se puede observar que en promedio durante los ocho meses de evaluación en el efluente, la concentración de aceites y grasas es de 4.4 mg/l, Coliformes Termotolerantes 44117 NMP/100 ml, Demanda Biológica de oxígeno 107.89 mg/l, Demanda Química de Oxígeno 249.41 mg/l, pH 5.90, Solidos Totales Suspendedos 80.44 mg/l y de Temperatura 20.08 °C

Figura N° 8: Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el efluente

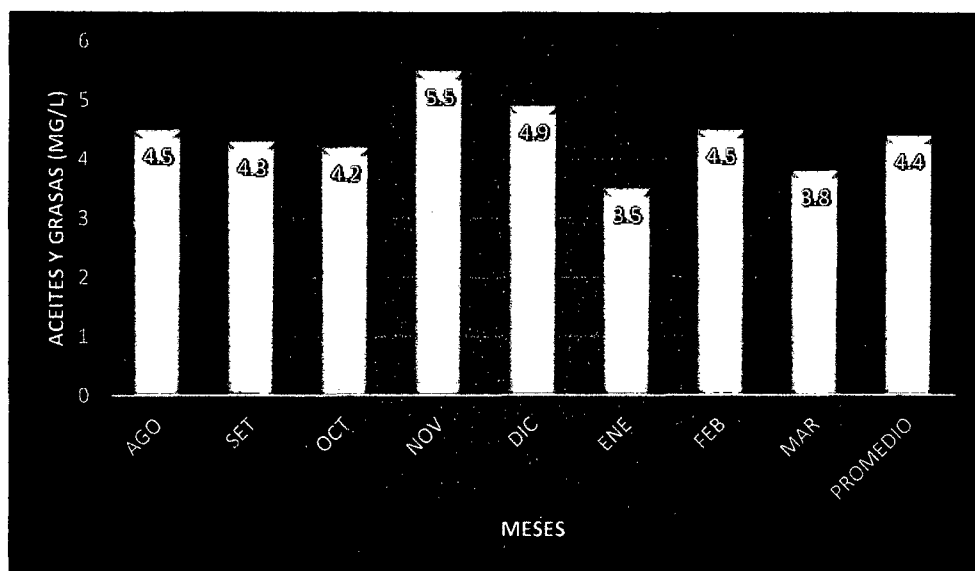


Figura N° 9: Variación mensual de la concentración de coliformes Termotolerantes en el efluente

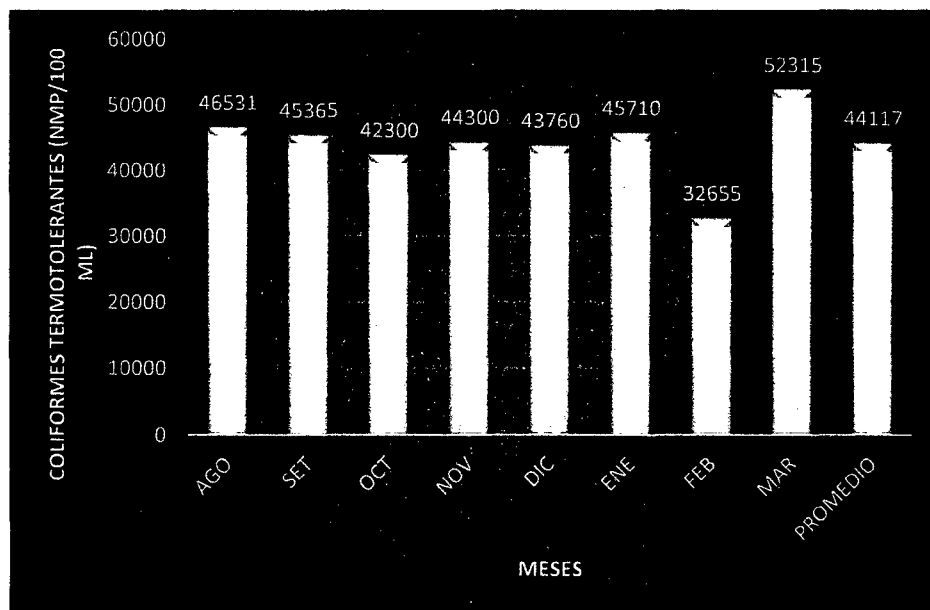


Figura N° 10: Variación mensual de la concentración de la Demanda Biológica de Oxígeno en el efluente

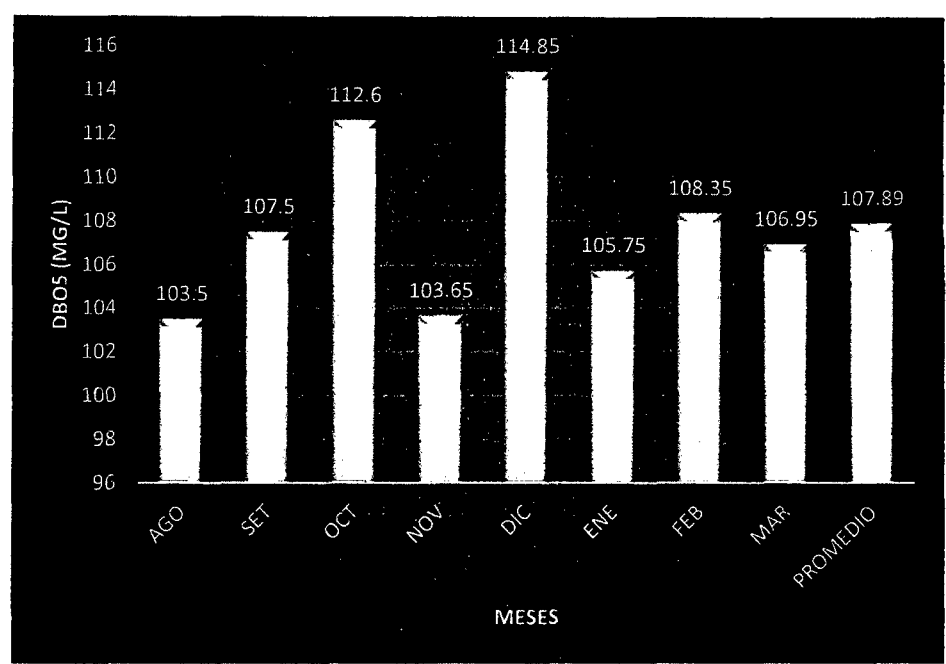


Figura N° 11: Variación mensual de la concentración de la Demanda Química de Oxígeno en el efluente

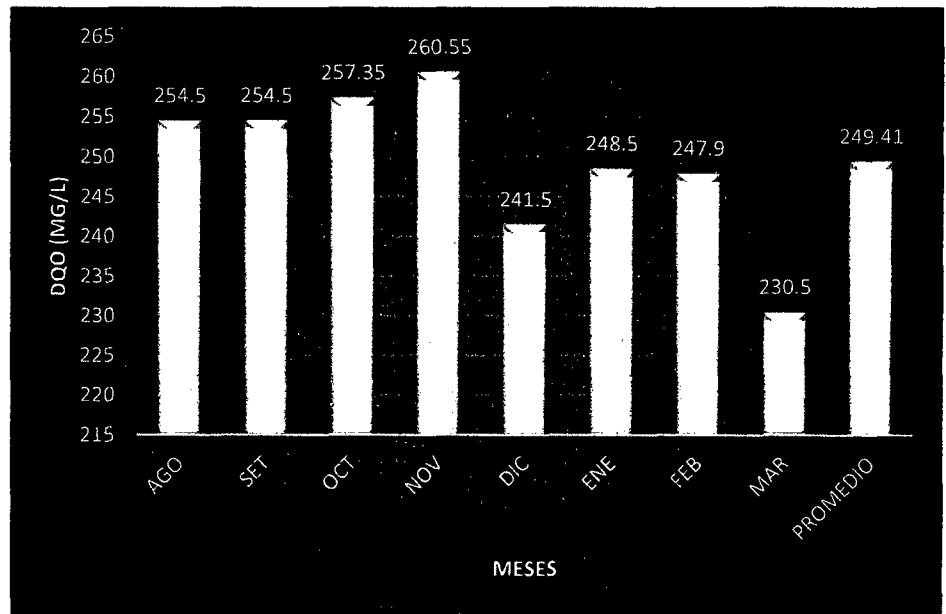


Figura N° 12: Variación mensual de la concentración de pH en el efluente

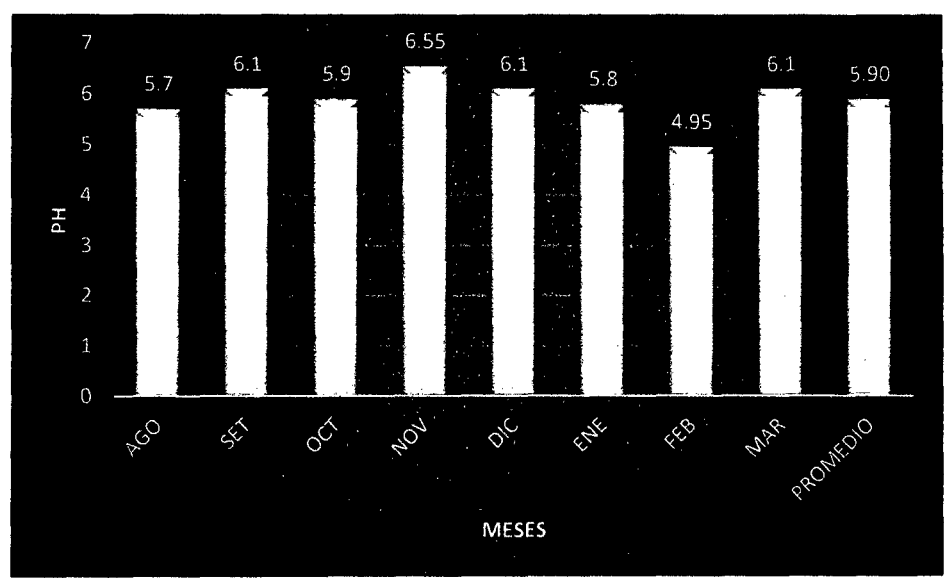


Figura N° 13: Variación mensual de la concentración de los Solidos Totales en Suspensión en el efluente

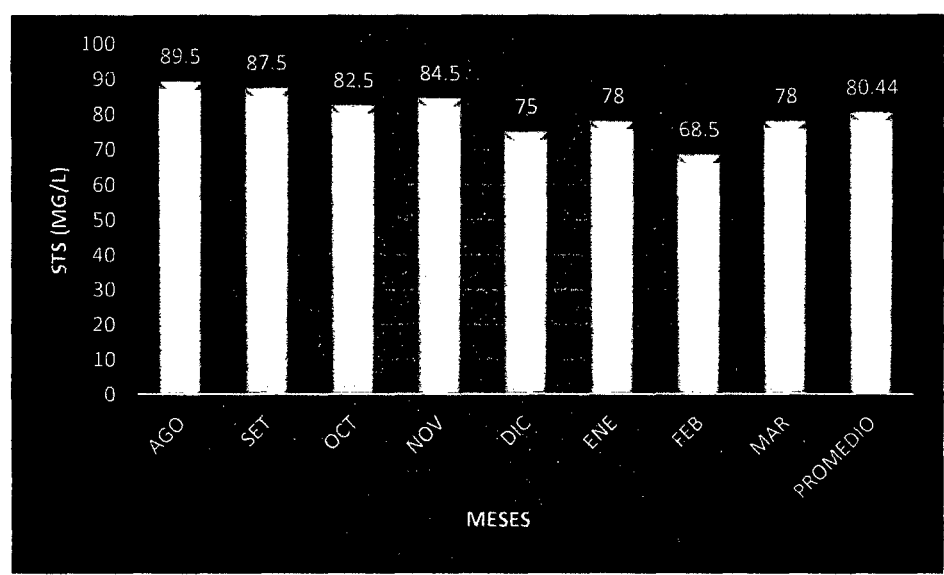
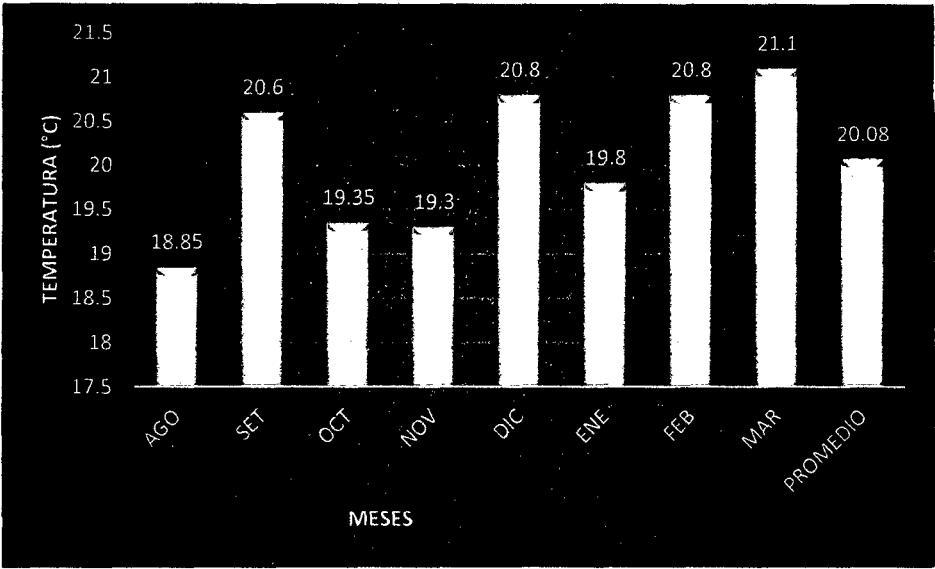


Figura N° 14: Variación mensual de la concentración de la Temperatura en el efluente



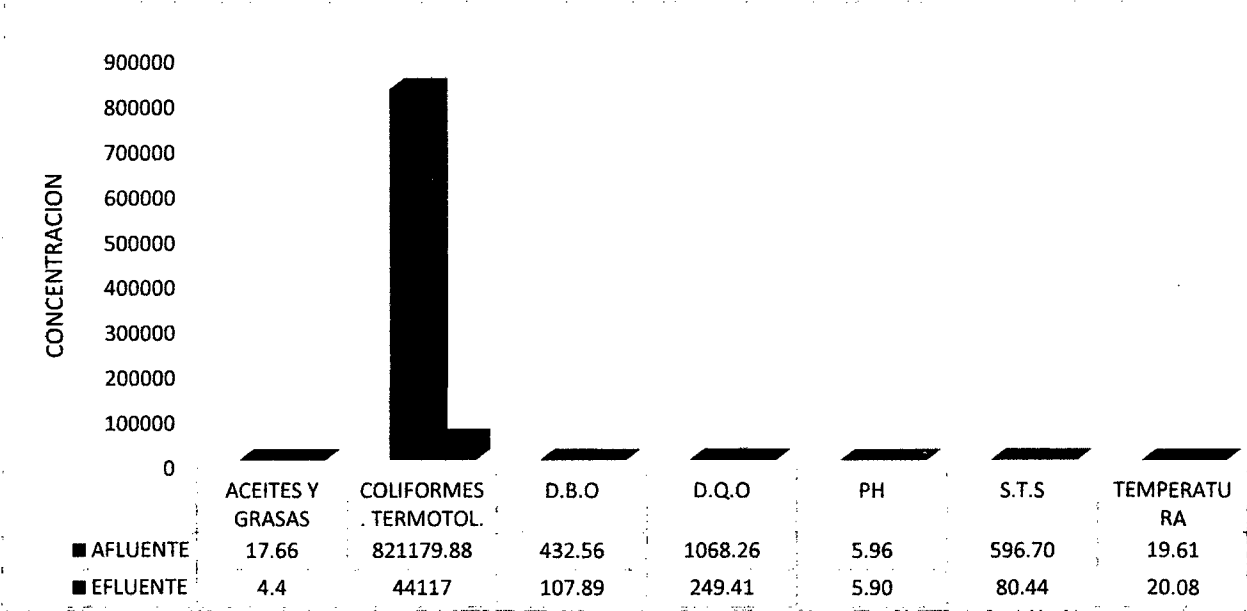
C.- Caracterización promedio general en el periodo de muestreo, entre el Afluente y Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 12: Promedio general según parámetro de medición durante el periodo de muestreo.

Componente	ACEITES Y GRASAS	COLIFORMES. TERMOTOL.	D.B.O	D.Q.O	PH	S.T.S	TEMPERATURA
	mg/L	NMP/100 - mL	mg/L	mg/L	unidad	mL/L	°C
AFLUENTE	17.66	821179.88	432.56	1068.26	5.96	596.70	19.61
EFLUENTE	4.40	44117.00	107.89	249.41	5.90	80.44	20.08

En la tabla 12 se puede apreciar los datos promedio durante toda la etapa de muestreo en donde se aprecia la disminución de las concentraciones en cuanto a los parámetros evaluados.

Figura 15: Promedio general de concentraciones, según parámetro de medición



**3.1.4.- DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE TRATAMIENTO
SEGÚN PARAMETRO DE EVALUACION**

Se determinó la eficiencia de remoción para aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, DBO, DQO, pH, Solidos Totales en Suspensión y Temperatura, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 13: Eficiencia de remoción de aceites y grasas

Componente - Parámetro	ACEITES Y GRASAS (mg/L)
AFLUENTE	17.66
EFLUENTE	4.40
EFICIENCIA (%)	75.09

Como se puede apreciar en la tabla 13, el porcentaje de eficiencia total de remoción de aceites y grasas es de 75.09%, lo que indica que no hay acumulación de natas sobre la superficie del Agua,

Tabla 14: Eficiencia de remoción de coliformes Termotolerantes

Componente - Parámetro	COLIFORMES. TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)
AFLUENTE	821179.88
EFLUENTE	44117.00
EFICIENCIA (%)	94.63

Como se puede apreciar en la tabla 14, el porcentaje de eficiencia total de remoción de coliformes Termotolerantes es de 94.63 %, lo que indica que la remoción se realizó en los procesos de sedimentación primaria y la acción de microorganismos en la laguna secundaria.

Tabla 15: Eficiencia de remoción de DBO

Componente - Parámetro	DBO (mg/l)
AFLUENTE	432.56
EFLUENTE	107.89
EFICIENCIA (%)	75.06

Como se puede apreciar en la tabla 15, el porcentaje de eficiencia total de remoción de DBO, es de 75.06 %, lo que indica que la remoción se realizó en los procesos de sedimentación de la materia orgánica y a través de reacciones aerobias y anaerobias.

Tabla 16: Eficiencia de remoción de DQO

Componente - Parámetro	DQO (mg/l)
AFLUENTE	1068.26
EFLUENTE	249.41
EFICIENCIA (%)	76.65

Como se puede apreciar en la tabla 16, el porcentaje de eficiencia total de remoción de DQO, es de 76.65 %, valor obtenido posiblemente debido a la acción metabólica de los microorganismos que utilizan los compuestos orgánicos del agua para la producción de biomasa.

Tabla 17: Eficiencia de remoción de pH

Componente - Parámetro	pH
AFLUENTE	5.96
EFLUENTE	5.90
EFICIENCIA (%)	1.05

Como se puede apreciar en la tabla 17, el valor de pH no presenta variación porcentual acentuado representando el 1.05 % de variación.

Tabla 18: Eficiencia de remoción de SST

Componente - Parámetro	SST (mg/l)
AFLUENTE	596.70
EFLUENTE	80.44
EFICIENCIA (%)	86.52

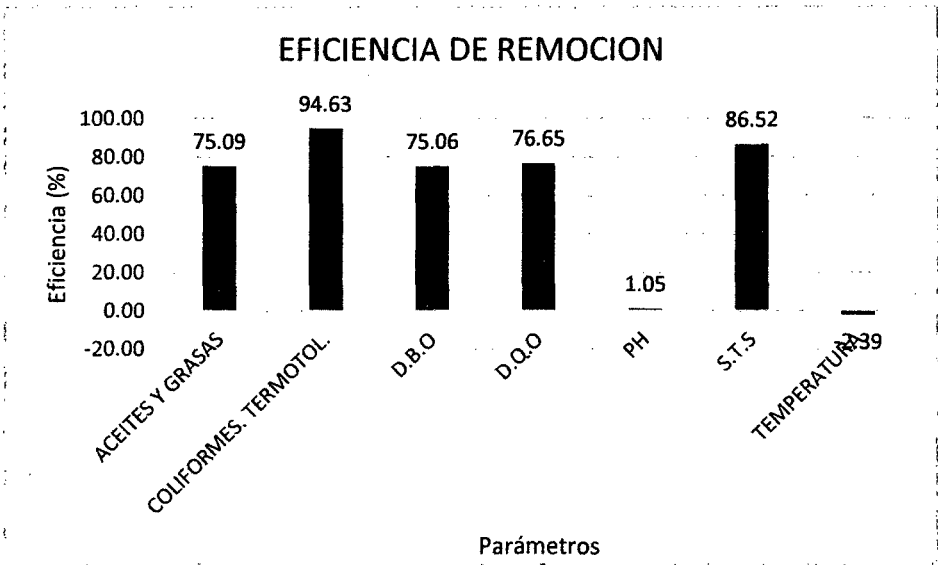
Como se puede apreciar en la tabla 18, el porcentaje de eficiencia total de remoción de SST, es de 86.52 %, lo que indica que los mecanismos de remoción se realizan a través de procesos de sedimentación y filtración en el substrato.

Tabla 19: Eficiencia de remoción de Temperatura

Componente - Parámetro	Temperatura (°C)
AFLUENTE	19.61
EFLUENTE	20.08
EFICIENCIA (%)	-2.39

Como se puede apreciar en la tabla 19, en cuanto a la temperatura no presenta variabilidad positiva dado el comportamiento de la variable, lo cual se ve influenciado por factores climáticos básicamente

Figura 16: Porcentaje de Eficiencia según parámetro de evaluación.



En el grafico 16, se puede apreciar que los coliformes Termotolerantes presentan mayor porcentaje de remoción durante el periodo de evacuación, seguido de solidos totales en suspensión

3.1.5.- Comparación de concentraciones con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Los LMP de efluentes de PTAR, como se mencionó anteriormente, fueron aprobados mediante D.S. N° 003-2010-MINAM; en la tabla N° 20 se muestra los resultados obtenidos en el monitoreo comparados con los LMP correspondiente a cada parámetro de evaluación:

Parámetro	Resultados del análisis		LMP
	Afluente	Efluente	
pH (Unidad)	5.96	5.90	6.5-8.5
Temperatura (°C)	19.61	20.08	< 35
DBO ₅ (mg/l)	432.56	107.89	100
DQO (mg/l)	1068.26	249.41	200
SST (mg/l)	596.70	80.44	150
Aceites y Grasas (mg/l)	17.66	4.40	20
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	821 179.88	441 117.00	10 000

En la tabla 20 se puede observar que de los siete parámetros referenciales que establece la norma, solamente el pH, Temperatura, Los Solidos Suspendidos Totales y Aceites y grasas se encuentran por debajo del LMP establecido para cada parámetro.

En el Caso de la DBO₅, DQO y Coliformes Termotolerantes presenta valores por encima de los LMP.

3.2. Discusiones

De acuerdo a los resultados encontrados, la carga orgánica del sistema se comportó de la siguiente manera: la DQO presentó una eficiencia de remoción de 76.65%, comparativamente con 75.06 % con respecto a la DBO5

En términos globales, según lo reportado por Sánchez Ortiz, 2005, un sistema que cuenta con un tratamiento primario y secundario el nivel de tratamiento en cuanto a remoción de DQO y DBO5 debe estar en el orden de 60 a 99%; en este caso la PTAR presenta un porcentaje de remoción no significativo, de igual forma si comparamos el LMP establecido en la normativa peruana (D.S N° 003-2008-MINAN), ambos parámetros no cumplen dado que para el caso de la DQO presenta una concentración en el efluente de 249.41 mg/l siendo el LMP de 200 mg/l, para el caso de la DBO5 presenta una concentración en el efluente de 107.89 siendo el LMP de 100 mg/l.

En cuanto al pH, tanto en el afluente presenta un valor de 5.96 y en el efluente un valor de 5.90, al respecto en ambas mediciones reporta datos por debajo de los límites máximos permisibles que está en el rango de 6.5 a 8.5 unidades. Al respecto no se observa variación que conduzca a valores de neutralidad según lo establecido en la normativa peruana.

En cuanto a la temperatura los resultados reportan valores en el afluente de 19.61 y en el efluente de 20.08 °C, sobre el cual no hay mayor significancia de cambio, en cuanto al establecido en la norma peruana de < 35 °C, sobre el cual estaría en los límites aceptables.

En cuanto a la concentración de Sólidos Suspendedos Totales en el afluente presenta una concentración de 596.70 mg/l sobre el cual existe una remoción hasta obtener 80.44 mg/l con un grado de eficiencia de 86.52%. en cuanto a lo establecido como LMP, se encuentra por debajo de lo establecido de 150 mg/l.

Con respecto a la concentración de aceites y grasas, en el afluente presento 17.66 mg/l y en el efluente presenta un valor de 4.40 mg/l logrando una eficiencia de 75.09% y con respecto a lo establecido como LMP se encuentra por debajo de lo establecido (20 mg/l).

En cuanto a la concentración de Coliformes Termotolerantes en el afluente presento una concentración de 821 179.88 NMP/100 ml y en el efluente una concentración de 441 117.00 NMP/100 ml, reportando una eficiencia de 94.63%; cuyos valores comparando

con el LMP establecido de 10 000 NMP/100 ml, no cumple con lo recomendado, lo cual hace ver que el sistema de tratamiento no estaría removiendo adecuadamente la presencia de estos microorganismos.

3.3. Conclusiones

- Se ha logrado realizar la caracterización de las aguas residuales domésticas de la localidad de Segunda Jerusalén, realizando mediciones tanto en el afluente como en el efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales
- Para la elección de los parámetros de medición, se ha tomado en consideración lo establecido en el D.S. N° 003-2008-MINAM, sobre los cuales se ha efectuado la caracterización de las aguas residuales
- Los parámetros seleccionados fueron Aceites y grasas, Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, pH, Sólidos Suspendidos Totales y temperatura.
- Los parámetros que presentaron mayores niveles de eficiencia en orden decreciente fueron los Coliformes Termotolerantes con 94.63%, Sólidos Suspendidos Totales con 86.52%, Demanda Química de Oxígeno con 76.65%, Aceites y Grasas con 75.09, Demanda Biológica de Oxígeno con 75.06%, Ph con 1.05% y con respecto a la temperatura con -2.89%, cuyo valor negativo es a consecuencia de un descenso entre el afluente y efluente.
- Los valores de Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO5 y PH, reportan valores que independientemente del grado de eficiencia obtenido, los valores no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 003-2008- MINAM, situación posiblemente influida por la producción de DBO5 residual debida a la descomposición de los residuos de plantas acuáticas y otra materia orgánica natural presente en las lagunas.
- El sistema de tratamiento logró buena eficiencia en la remoción de aceites y grasas, presentado un valor de 75.09% e indica que de acuerdo a los límites exigidos para el control de vertimientos D.S. N° 003-2008-MINAM, cumple con lo estipulado.

3.4. Recomendaciones

- Se recomienda la instalación de un sistema de aforo de caudal, con el fin de tener mayor control en la medición del agua que sale del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Localidad de Segunda Jerusalén.
- Es necesario instalar un programa de muestreo permanente al sistema de tratamiento de aguas residuales, la cual permitirá contar con una mayor cantidad de información y permita mayor determinación de las eficiencias de remoción.
- Es imprescindible la limpieza periódica para las unidades de retención de sólidos y trampa de aceites y grasas, mediante la remoción física de sólidos retenidos en estas unidades, a fin de evitar la obstrucción y poder garantizar la adecuada circulación del agua a través del sistema.

Referencias bibliográficas

- APHA (1992).** *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association. Washington D.C. 937 p.
- Delgadillo y otros. (2010).** Depuración de aguas residuales por medio de Humedales Artificiales. Ed. Nelson Antequera Durán. (P. 7-20). Bolivia.
- Romero rojas, Jairo Alberto (2005).** Lagunas de estabilización de aguas residuales. Ed. escuela colombiana de ingeniería. (p 23-25). Colombia.
- Córdova Zamora, Manuel (2006).** Estadística inferencial. Ed. segunda. (p 258-284). Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2010).** Decreto Supremo N° 003-2010/MINAM. Decreto que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales Lima-Perú.
- Universidad Tecnológica de Panamá. (2010).** Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales Chiriquí Grande-Panamá.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2010).** Humedal artificial para tratamiento de aguas residuales. Ancash-Perú.
- Universidad Nacional de Colombia. (2009).** Humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales Caño Gandúen-Colombia.

Anexos

GALERIA FOTOGRAFICA

FOTO 01: Toma de muestras al ingreso antes del tratamiento preliminar



FOTO 02: Residuos retenidos en el tratamiento preliminar



FOTO 03: Toma de muestra en el efluente



FOTO 04: Vista panorámica de la laguna secundaria

